

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

05.10.2004

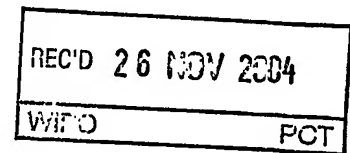
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 4 1 6 5 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 4 1 6 5 3]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

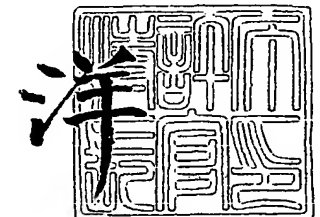


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 1 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2040850008
【提出日】 平成15年 9月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 7/26
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 吉井 勇
【発明者】
 【住所又は居所】 石川県金沢市西念一丁目 1 番 3 号 株式会社パナソニックモバイル金沢研究所内
 【氏名】 福岡 将
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105050
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鷺田 公一
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041243
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9700376

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

変調シンボルを 2 ランク以上高い多値数の信号点に配置するように位相回転処理を施す位相回転手段と、

位相回転後の I 成分及び又は Q 成分に対して複数回のインターリーブ処理を施す複数のインターリーバと

を具備することを特徴とする無線送信装置。

【請求項 2】

送信データを I (同相) 成分及び Q (直交) 成分からなる変調シンボルにマッピングする変調手段と、

前記変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより前記変調シンボルの信号点を 2 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する位相回転手段と、

位相回転後の変調シンボルを所定角度だけ回転させた I Q 軸を基準にして I 成分と Q 成分に分離する第 1 の I Q 分離手段と、

前記第 1 の I Q 分離手段により分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 1 のインターリーバと、

前記第 1 のインターリーバから出力された I 成分と Q 成分を合成する第 1 の I Q 合成手段と、

前記第 1 の I Q 合成手段により得られた変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 2 の I Q 分離手段と、

前記第 2 の I Q 分離手段により分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 2 のインターリーバと、

前記第 2 のインターリーバから出力された I 成分と Q 成分を合成する第 2 の I Q 合成手段と、

前記第 2 の I Q 合成手段により得られたシンボルを送信する送信手段と

を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の無線送信装置。

【請求項 3】

送信データを I (同相) 成分及び Q (直交) 成分からなる変調シンボルにマッピングする変調手段と、

前記変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより、前記変調シンボルの信号点を 1 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第 1 の位相回転手段と、

位相回転後の変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 1 の I Q 分離手段と、

前記第 1 の I Q 分離手段により分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 1 のインターリーバと、

前記第 1 のインターリーバから出力された I 成分と Q 成分を合成する第 1 の I Q 合成手段と、

前記第 1 の I Q 合成手段により合成された変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより当該変調シンボルの信号点を 1 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第 2 の位相回転手段と、

位相回転後の変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 2 の I Q 分離手段と、

前記第 2 の I Q 分離手段により分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 2 のインターリーバと、

前記第 2 のインターリーバから出力された I 成分と Q 成分を合成する第 2 の I Q 合成手段と、

前記第 2 の I Q 合成手段により得られたシンボルを送信する送信手段と

を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の無線送信装置。

【請求項 4】

前記変調手段は、QPSK 変調処理を行い、

前記位相回転手段は、 $26.6^\circ + 14.0^\circ$ 位相を回転させ、

前記第 1 の I Q 分離手段は、 14.0° 傾いた I Q 軸を基準にして I 成分と Q 成分を分

離する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の無線送信装置。

【請求項 5】

前記変調手段は、BPSK 変調処理を行い、

前記位相回転手段は、 $45.0^\circ + 26.6^\circ$ 位相を回転させ、

前記第 1 の I Q 分離手段は、 26.6° 傾いた I Q 軸を基準にして I 成分と Q 成分を分離する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の無線送信装置。

【請求項 6】

前記変調手段は、QPSK 変調処理を行い、

前記第 1 の位相回転手段は 26.6° 位相を回転させると共に、前記第 2 の位相回転手段は 14.0° 位相を回転させる

ことを特徴とする請求項 3 に記載の無線送信装置。

【請求項 7】

前記変調手段は、BPSK 変調処理を行い、

前記第 1 の位相回転手段は 26.6° 位相を回転させると共に、前記第 2 の位相回転手段は 14.0° 位相を回転させる

ことを特徴とする請求項 3 に記載の無線送信装置。

【請求項 8】

前記送信手段は、前記第 2 の I Q 合成手段により得られたシンボルを互いに直交する複数のサブキャリアのいずれかに割り当て、割り当てたシンボルによって各サブキャリアを変調して送信するマルチキャリア送信手段である

ことを特徴とする請求項 2 から請求項 7 のいずれかに記載の無線送信装置。

【請求項 9】

請求項 2 から請求項 8 のいずれかの無線送信装置から送信されたモジュレーションダイバーシチ信号を受信する無線受信装置であって、

受信したモジュレーションダイバーシチ信号を I 成分と Q 成分に分離する I Q 分離手段と、

分離された I 成分及び又は Q 成分に対して前記第 2 のインターリーブに対応するデインターリーブ処理を施すデインターリーブと、

デインターリーブ後の各成分を合成する I Q 合成手段と、

前記 I Q 合成手段により合成されたシンボルの位相を所定角度回転させる位相回転手段と、

位相回転後のシンボルにおけるビット毎の対数尤度比 (LLR) を算出し、そのビット毎の LLR 値を I 成分と Q 成分に分離し、I 成分及び又は Q 成分のビット毎の LLR 値に対して前記第 1 のインターリーブに対応するデインターリーブ処理を施し、デインターリーブ後の I 成分と Q 成分の LLR 値を合成することにより、前記変調手段から出力される変調シンボルに対応するシンボルを得る LLR 合成手段と、

LLR 合成されたシンボルをデマッピングすることにより受信データを得る復調手段とを具備することを特徴とする無線受信装置。

【請求項 10】

送信データに対してモジュレーションダイバーシチ処理を施して送信する無線送信方法であって、

送信データを変調シンボルにマッピングするステップと、

変調シンボルの位相を回転させるステップと、

位相回転後の I 成分及び又は Q 成分に対して複数回のインターリーブ処理を施すステップと

を含むことを特徴とする無線送信方法。

【請求項 11】

送信データを I (同相) 成分及び Q (直交) 成分からなる変調シンボルにマッピングす

る変調ステップと、

前記変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより前記変調シンボルの信号点を 2 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する位相回転ステップと、

位相回転後の変調シンボルを所定角度だけ回転させた I Q 軸を基準にして I 成分と Q 成分に分離する第 1 の I Q 分離ステップと、

前記第 1 の I Q 分離ステップで分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 1 のインターリーブステップと、

前記第 1 のインターリーブステップで得られた I 成分と Q 成分を合成する第 1 の I Q 合成ステップと、

前記第 1 の I Q 合成ステップで得られた変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 2 の I Q 分離ステップと、

前記第 2 の I Q 分離ステップで分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 2 のインターリーブステップと、

前記第 2 のインターリーブステップで得られた I 成分と Q 成分を合成する第 2 の I Q 合成ステップと、

前記第 2 の I Q 合成ステップで得られたシンボルを送信する送信ステップと

を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の無線送信方法。

【請求項 12】

送信データを I (同相) 成分及び Q (直交) 成分からなる変調シンボルにマッピングする変調ステップと、

前記変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより、前記変調シンボルの信号点を 1 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第 1 の位相回転ステップと、

前記第 1 の位相回転ステップで位相回転された変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 1 の I Q 分離ステップと、

前記第 1 の I Q 分離ステップで分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 1 のインターリーブステップと、

前記第 1 のインターリーブステップで得られた I 成分と Q 成分を合成する第 1 の I Q 合成ステップと、

前記第 1 の I Q 合成ステップにより合成された変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより当該変調シンボルの信号点を 1 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第 2 の位相回転ステップと、

前記第 2 の位相回転ステップで位相回転された変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 2 の I Q 分離ステップと、

前記第 2 の I Q 分離ステップで分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 2 のインターリーブステップと、

前記第 2 のインターリーブステップで得られた I 成分と Q 成分を合成する第 2 の I Q 合成ステップと、

前記第 2 の I Q 合成ステップで得られたシンボルを送信する送信ステップと

を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の無線送信方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線送信装置、無線受信装置及び無線送信方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、特にモジュレーションダイバーシチ方式を用いた無線送信装置、無線受信装置及び無線送信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式を用いたマルチキャリア通信装置が、マルチパスやフェージングに強く高品質通信が可能なため、高速無線伝送を実現できる装置として注目されている。さらにQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)等の変調シンボルに対して、位相回転とインターリーブを行うことによりダイバーシチ効果を得ることができるモジュレーションダイバーシチ技術を用いることが提案されている。

【0003】

モジュレーションダイバーシチについては、例えば非特許文献1に記載されている。モジュレーションダイバーシチについて、図12を用いて簡単に説明する。図12では、一例として変調方式としてQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)を用いる場合を示す。送信機は、図12(a)に示すように、先ずIQ平面にマッピングされたシンボルの位相を所定角度だけ回転させる。次に送信機は、I(同相)成分、Q(直交)成分用の別々の一様又はランダムインターリーブを用いて、I成分、Q成分をインターリーブする。これにより逆フーリエ変換(IFFT)後の信号は、図12(b)に示すように、インターリーブ前のシンボルのI成分とQ成分が異なるサブキャリアに割り当てられたものとなる。図12(b)の場合には、I成分がサブキャリアBに割り当てられ、Q成分がサブキャリアAに割り当てられている。

【0004】

受信機は、先ず高速フーリエ変換(FFT)を行うことにより、サブキャリアに重畳されたI成分及びQ成分を抽出する。次にデインターリーブを行うことにより、I成分、Q成分を元の配列に戻す。そして元に戻したI成分及びQ成分のコンスタレーションに基づいてデマッピング処理を行うことにより、受信データを得る。

【0005】

ここでサブキャリアAは回線状態が良く、サブキャリアBは回線状態が悪いとすると、図12(c)に示すように、Q成分方向に引張られたコンスタレーションとなる。これにより、コンスタレーションでの信号点距離を比較的遠くに保つことができるようになるので、デマッピングの際にパケット内のビットを平均的に正しく復元できるようになる。このように、モジュレーションダイバーシチは、マルチパスフェージングによって各サブキャリアにフェージング変動が生じた場合でも、サブキャリア方向にSNR(Signal-to-Noise Ratio)を分散させて補正を行うのと同様の効果を得ることができる。この結果、変調シンボルが恰もAWGN(Additive White Gaussian Noise)通信路を伝送したかのような変動を受けるようになるので、ダイバーシチゲインを得ることができる。

【0006】

図13にモジュレーションダイバーシチ送信処理を行うマルチキャリア送信装置10の構成を示すと共に、図14にその信号を受信復調するマルチキャリア受信装置30の構成を示す。

【0007】

マルチキャリア送信装置10は、モジュレーションダイバーシチ変調部11を有し、送信データをモジュレーションダイバーシチ変調部11のマッピング部12に入力する。マッピング部12はBPSK(Binaphase Phase Shift Keying)や、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)等の変調方式に応じて、送信データをIQ平面上のシンボルにマッピングする。

【0008】

マッピング後のシンボルは、位相回転部13において、図12(a)に示したように、所定角度だけ位相が回転される。位相が回転されたシンボルは、I/Q分離部14によってI成分とQ成分に分離される。分離されたI成分又はQ成分は、それぞれバッファ15、16に一旦蓄積される。バッファ16に蓄積されたQ成分は、インターリーブ部17によりインターリーブされた後、合成部18に送出される。なお、図13では、Q成分をインターリーブする場合について説明するが、I成分にインターリーブ処理を施すようにしてもよく、さらにはI成分とQ成分の両方にインターリーブ処理を施すようにしてもよい。

【0009】

合成部18は、バッファ15から出力されたI成分とインターリーブ部17から出力されたQ成分を合成することによりコンスタレーションに戻す。これにより、モジュレーションダイバーシチシンボルが得られる。モジュレーションダイバーシチシンボルはシリアルパラレル変換部(S/P)19及び逆高速フーリエ変換部(IFFT)20により所定のサブキャリアに重畳される。つまり、シリアルパラレル変換部(S/P)19及び逆高速フーリエ変換部(IFFT)20は、モジュレーションダイバーシチシンボルを互いに直交する複数のサブキャリアのいずれかに割り当てて、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルによって各サブキャリアを順次変調する。

【0010】

このようにマルチキャリア送信装置10においては、インターリーブ部17によってQ成分をインターリーブしているため、I成分はあるサブキャリアに固定されるが、Q成分はインターリーブパターンに応じて配置されるサブキャリアが変化ようになる。IFFT処理後の信号は、無線送信部21によってアナログデジタル変換処理やアップコンバート等の無線送信処理が施された後、アンテナ22を介して送信される。

【0011】

マルチキャリア送信装置10から送信された信号を受信復調するマルチキャリア受信装置30は、モジュレーションダイバーシチ復調部31を有する。マルチキャリア受信装置30は、アンテナ32で受信した無線信号に対して無線受信部33によってダウンコンバートやアナログデジタル変換処理等の無線受信処理を施した後、高速フーリエ変換部(FFT)34に送出する。FFT部34は各サブキャリアに重畳されたモジュレーションダイバーシチシンボルを抽出する。抽出されたモジュレーションダイバーシチシンボルは位相補償部35によって伝搬時に生じた位相変動が補償される。位相補償されたモジュレーションダイバーシチシンボルは、モジュレーションダイバーシチ復調部31のI/Q分離部36に送出される。

【0012】

I/Q分離部36は、各シンボルをI成分とQ成分に分離する。そしてI/Q分離部36は、分離した成分のうち送信側でインターリーブされなかった方の成分をバッファ37を介してそのまま合成部40に送出すると共に、送信側でインターリーブされた方の成分をバッファ38を介してデインターリーブ部39に送出する。デインターリーブ部39は、インターリーブ部17と逆の処理を行うことにより、インターリーブされた成分を元の配列に戻し、これを合成部40に送出する。この結果、合成部40では、合成結果として元のI成分とQ成分の対がなるシンボルが得られる。

【0013】

位相回転部41は、合成後のシンボルの位相を、送信側の位相回転部13と同じ角度だけ逆方向に回転させる。デマッピング部42は位相回転後のシンボルをデマッピングすることにより受信データを出力する。

【0014】

ここで図15に、マッピング部12によってQPSK変調を施すと共に、位相回転部13によって26.6°の位相回転処理を施した場合の変調シンボルの様子を示す。図15からも明らかなように、変調シンボルは16QAM上の点に26.6°だけ傾いて配置される。

【0015】

また図16に、合成部18による合成時のI成分とQ成分の様子を示す。図16における数字「1」～「4」は、4つのQPSKシンボルの番号を示す。I成分はインターリーブされないので変調シンボルのI成分は、そのままの順序で合成部18に入力される。これに対して、Q成分はインターリーブにより順序が並べ替えられて合成部18に入力される。

【0016】

ここでマッピング部12による変調後の4シンボルを、 $S^0 = [S_1^0 \ S_2^0 \ S_3^0 \ S_4^0] = [(1 \ 1), (-1 \ 1), (1 \ -1), (-1 \ -1)]$ と表現する。但し、下付の添え字「1」～「4」はQPSKにより得られる4つのシンボルそれぞれを示すものとし、上付きの添え字「0」は送信シンボルを示すものとする。そして例えばシンボル1をI成分及びQ成分を用いて、 $S_1^0 = (S_{1I}^0, S_{1Q}^0)$ のように表現するものとする。

【0017】

図16に示すようなインターリーブパターンでQ成分をインターリーブした場合、合成部18によって得られるシンボルSは、 $S = [(S_{1I}^0, S_{4Q}^0), (S_{2I}^0, S_{1Q}^0), (S_{3I}^0, S_{2Q}^0), (S_{4I}^0, S_{3Q}^0)] = [(1 \ 1 \ -1 \ -1), (-1 \ 1 \ 1 \ 1), (1 \ -1 \ -1 \ 1), (-1 \ -1 \ 1 \ -1)]$ と表現できる。これは、インターリーブパターンに応じて16QAM上の点のうちのいずれかを送信することに相当する。

【0018】

受信側では、送信側で図16のインターリーブパターンを用いたとすると、もともとの1シンボル目は、受信した1シンボル目と2シンボル目で伝送されているので、もともとの1シンボル目を得るには、受信シンボルをI成分とQ成分に分離し、そのうちQ成分をデインターリーブし、もともとの1シンボル目を合成により得るようにすればよい。ここで受信されるシンボルを、 $S^{r1} = S_1^{r1}, S_2^{r1}, S_3^{r1}, S_4^{r1}$ と表現したとき（但し、下付の添え字「1」～「4」はそれぞれ異なるシンボルを示し、上付きの添え字r1は受信シンボルを示す）の、もともとの1シンボルを合成によって得る場合のコンスタレーションを、図17に示す。図17の4点が受信候補点となる。なお図17では、 $|S_{1I}^{r1}|$ と $|S_{2Q}^{r1}|$ の長さをほぼ等しく示したが、実際にはシンボルの受けるフェージング等の違いにより長さは異なり、図の4点は平行四辺形となる。

【0019】

このように、もともとの1シンボルの各成分を異なるシンボルで伝送することで、受信側で元に戻したシンボルの各成分の両方が小さくなってしまふことを回避することがモジュレーションダイバーシチ方式の特徴である。特にOFDMに用いると、各サブキャリアが異なるフェージングを受けるので、大きなダイバーシチゲインを得ることができるようになる。

【非特許文献1】 Signal space diversity: a power- and bandwidth-efficient diversity technique for the Rayleigh fading channel Boutros, J.; Viterbo, E.; Information Theory, IEEE Transactions on, Volume: 44 Issue: 4, Jul 1998, Page(s): 1453-1467

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

ところで、上述したようなモジュレーションダイバーシチでは、もともとのシンボルのI成分とQ成分のうち、どちらかの成分のゲインがある程度維持されていれば、元のデータを正しく復元できる可能性が高くなる。例えば、図16に示すように、シンボル1のI成分がサブキャリア1に配置され、Q成分がサブキャリア2に配置された状況では、サブキャリア1の回線品質が悪くてもサブキャリア2の回線品質が良ければ、シンボル1の判定誤りを小さくすることができる。同様に、シンボル2について見れば、I成分が配置さ

れたサブキャリア2とQ成分が配置されたサブキャリア3のいずれかの回線品質が良ければ、シンボル2の判定誤りを小さくすることができる。

【0021】

しかし、サブキャリア1とサブキャリア2の回線品質の両方が悪い場合には、シンボル1の判定誤りは大きくなり、同様に、サブキャリア2とサブキャリア3の回線品質の両方が悪い場合には、シンボル2の判定誤りは大きくなる。

【0022】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、モジュレーションダイバーシチ送信処理を行うにあたって、一段とダイバーシチ効果を高めることができる無線送信装置及び無線送信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

かかる課題を解決するため本発明の無線送信装置は、変調シンボルを2ランク以上高い多値数の信号点に配置するように位相回転処理を施す位相回転手段と、位相回転後のI成分及び又はQ成分に対して複数回のインターリーブ処理を施す複数のインターリーバとを具備する構成を採る。

【0024】

この構成によれば、もとの変調シンボルが2ランク以上高い多値数のシンボルに分散されて配置されるようになるので、ダイバーシチ効果を高めることができるようになる。例えばもとの変調シンボルがQPSKシンボルの場合には、これが256QAM以上の多値数のシンボルに分散されて配置される。

【0025】

本発明の無線送信装置は、送信データをI（同相）成分及びQ（直交）成分からなる変調シンボルにマッピングする変調手段と、変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより変調シンボルの信号点を2ランク高い多値変調の信号点位置に配置する位相回転手段と、位相回転後の変調シンボルを所定角度だけ回転させたIQ軸を基準にしてI成分とQ成分に分離する第1のIQ分離手段と、第1のIQ分離手段により分離されたI成分及び又はQ成分をインターリーブする第1のインターリーバと、第1のインターリーバから出力されたI成分とQ成分を合成する第1のIQ合成手段と、第1のIQ合成手段により得られた変調シンボルをI成分とQ成分に分離する第2のIQ分離手段と、第2のIQ分離手段により分離されたI成分及び又はQ成分をインターリーブする第2のインターリーバと、第2のインターリーバから出力されたI成分とQ成分を合成する第2のIQ合成手段と、第2のIQ合成手段により得られたシンボルを送信する送信手段とを具備する構成を採る。

【0026】

この構成によれば、まず、位相回転手段によって、もともとの変調シンボルが、変調多値数が2ランク高い信号点上に配置される。すなわち変調シンボルがQPSKであれば256QAM上に所定角度だけ傾いて配置される。次に、第1のIQ分離手段によって256QAM上で所定角度傾いた16QAM上に存在するQPSKシンボルのI成分とQ成分が分離され、これが第1のインターリーバによってインターリーブされ、第1のIQ合成手段で合成されることにより、もともとのQPSKシンボルが256QAM上で所定角度傾いた16QAM上に分散される。次に、第2のIQ分離手段で分離されたIQ成分が第2のインターリーバによってインターリーブされ、第2のIQ合成手段で合成されることにより、もともとのQPSKシンボルが256QAM上に分散される。この結果、もともとの変調シンボルは、変調多値数が2ランク上の信号点上に分散して配置されるので、大きなダイバーシチ効果を得ることができるようになる。例えばQPSKシンボルについては、従来のモジュレーションダイバーシチが2シンボル分のダイバーシチゲインを得ることができるのに対して、最大で4シンボル分のダイバーシチゲインを得ることができるようになる。

【0027】

本発明の無線送信装置は、送信データを I（同相）成分及び Q（直交）成分からなる変調シンボルにマッピングする変調手段と、変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより変調シンボルの信号点を 1 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第 1 の位相回転手段と、位相回転後の変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 1 の I Q 分離手段と、第 1 の I Q 分離手段により分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 1 のインターリーブと、第 1 のインターリーブから出力された I 成分と Q 成分を合成する第 1 の I Q 合成手段と、第 1 の I Q 合成手段により合成された変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより当該変調シンボルの信号点を 1 ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第 2 の位相回転手段と、位相回転後の変調シンボルを I 成分と Q 成分に分離する第 2 の I Q 分離手段と、第 2 の I Q 分離手段により分離された I 成分及び又は Q 成分をインターリーブする第 2 のインターリーブと、第 2 のインターリーブから出力された I 成分と Q 成分を合成する第 2 の I Q 合成手段と、第 2 の I Q 合成手段により得られたシンボルを送信する送信手段とを具備する構成を採る。

【0028】

この構成によれば、先ず、第 1 の位相回転手段によって、もともとの変調シンボルが、変調多値数が 1 ランク高い信号点上に配置される。すなわち変調シンボルが QPSK であれば 16QAM 上に所定角度だけ傾いて配置される。次に、第 1 の I Q 分離手段によって分離された I 成分及び又は Q 成分が第 1 のインターリーブによってインターリーブされ、第 1 の I Q 合成手段で合成されることにより、もともとの QPSK シンボルが 16QAM 上に分散される。次に、第 2 の位相回転手段によって、16QAM シンボルが、変調多値数が 1 ランク高い信号点上に傾いて配置される。すなわち 16QAM シンボルが 256QAM 上に所定角度だけ傾いて配置される。次に、第 2 の I Q 分離手段によって分離された I 成分及び又は Q 成分が第 2 のインターリーブによってインターリーブされ、第 2 の I Q 合成手段で合成されることにより、もともとの QPSK シンボルが 256QAM 上に分散される。この結果、もともとの変調シンボルは、変調多値数が 2 ランク上の信号点上に分散して配置されるので、大きなダイバーシチ効果を得ることができるようになる。例えば QPSK シンボルについては、従来のモジュレーションダイバーシチが 2 シンボル分のダイバーシチゲインを得ることができるようになる。最大で 4 シンボル分のダイバーシチゲインを得ることができるようになる。

【0029】

本発明の無線送信装置は、前記変調手段が、QPSK 変調処理を行い、前記位相回転手段が、 $26.6^\circ + 14.0^\circ$ 位相を回転させ、前記第 1 の I Q 分離手段が、 14.0° 傾いた I Q 軸を基準にして I 成分と Q 成分を分離する構成を採る。

【0030】

この構成によれば、QPSK シンボルから 256QAM のモジュレーションダイバーシチシンボルを得ることができるようになる。

【0031】

本発明の無線送信装置は、前記変調手段が、BPSK 変調処理を行い、前記位相回転手段が、 $45.0^\circ + 26.6^\circ$ 位相を回転させ、前記第 1 の I Q 分離手段が、 26.6° 傾いた I Q 軸を基準にして I 成分と Q 成分を分離する構成を採る。

【0032】

この構成によれば、BPSK シンボルから 16QAM のモジュレーションダイバーシチシンボルを得ることができるようになる。

【0033】

本発明の無線送信装置は、前記変調手段が、QPSK 変調処理を行い、前記第 1 の位相回転手段は 26.6° 位相を回転させると共に、前記第 2 の位相回転手段は 14.0° 位相を回転させる構成を採る。

【0034】

この構成によれば、QPSK シンボルから 256QAM のモジュレーションダイバーシチシンボルを得ることができるようになる。

【0035】

本発明の無線送信装置は、前記変調手段が、BPSK変調処理を行い、前記第1の位相回転手段は 26.6° 位相を回転させると共に、前記第2の位相回転手段は 14.0° 位相を回転させる構成を採る。

【0036】

この構成によれば、BPSKシンボルから16QAMのモジュレーションダイバーシチシンボルを得ることができるようになる。

【0037】

本発明の無線送信装置は、前記送信手段が、前記第2のIQ合成手段により得られたシンボルを互いに直交する複数のサブキャリアのいずれかに割り当て、割り当てたシンボルによって各サブキャリアを変調して送信するマルチキャリア送信手段である構成を採る。

【0038】

この構成によれば、本発明のモジュレーションダイバーシチによりもともとのシンボルが2ランク以上の多値数が大きいシンボルに分散され、そのシンボルが複数のサブキャリアに分散されて送信されるので、あるサブキャリアの回線品質が劣悪でももともとのシンボルが誤りなく伝送される確率を高めることができる。

【0039】

本発明の無線受信装置は、上記いずれかの無線送信装置から送信されたモジュレーションダイバーシチ信号を受信する無線受信装置であって、受信したモジュレーションダイバーシチ信号をI成分とQ成分に分離するIQ分離手段と、分離されたI成分及び又はQ成分に対して前記第2のインターリーブに対応するデインターリーブ処理を施すデインターリーブと、デインターリーブ後の各成分を合成するIQ合成手段と、IQ合成手段により合成されたシンボルの位相を所定角度回転させる位相回転手段と、位相回転後のシンボルにおけるビット毎の対数尤度比(LLR)を算出し、そのビット毎のLLR値をI成分とQ成分に分離し、I成分及び又はQ成分のビット毎のLLR値に対して前記第1のインターリーブに対応するデインターリーブ処理を施し、デインターリーブ後のI成分とQ成分のLLR値を合成することにより、前記変調手段から出力される変調シンボルに対応するシンボルを得るLLR合成手段と、LLR合成されたシンボルをデマッピングすることにより受信データを得る復調手段とを具備する構成を採る。

【0040】

この構成によれば、IQ合成手段により得られる、もともとの変調シンボルよりも1ランク変調多値数の大きいシンボルは、シンボル毎にフェージングの受け方が異なるため、コンスタレーションが正方形とならない。しかし、LLR合成手段により、シンボルにおけるビット毎のLLR値を用いてLLR合成することでもともとのシンボルのI成分、Q成分の情報を合成した後、復調するようにしたので、もとのシンボルを良好に復元して復調できるようになる。

【0041】

本発明の無線送信方法は、送信データに対してモジュレーションダイバーシチ変調処理を施して送信する無線送信方法であって、送信データを変調シンボルにマッピングするステップと、変調シンボルの位相を回転させるステップと、位相回転後のI成分及び又はQ成分に対して複数回のインターリーブ処理を施すステップとを含むようにする。

【0042】

本発明の無線送信方法は、送信データをI(同相)成分及びQ(直交)成分からなる変調シンボルにマッピングする変調ステップと、変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより変調シンボルの信号点を2ランク高い多値変調の信号点位置に配置する位相回転ステップと、位相回転後の変調シンボルを所定角度だけ回転させたIQ軸を基準にしてI成分とQ成分に分離する第1のIQ分離ステップと、第1のIQ分離ステップで分離されたI成分及び又はQ成分をインターリーブする第1のインターリーブステップと、第1のインターリーブステップで得られたI成分とQ成分を合成する第1のIQ合成ステップと、第1のIQ合成ステップで得られた変調シンボルをI成分とQ成分に分離する第2の

I Q分離ステップと、第2のI Q分離ステップで分離されたI成分及び又はQ成分をインターリーブする第2のインターリーブステップと、第2のインターリーブステップで得られたI成分とQ成分を合成する第2のI Q合成ステップと、第2のI Q合成ステップで得られたシンボルを送信する送信ステップとを含むようにする。

【0043】

本発明の無線送信方法は、送信データをI（同相）成分及びQ（直交）成分からなる変調シンボルにマッピングする変調ステップと、変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより変調シンボルの信号点を1ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第1の位相回転ステップと、第1の位相回転ステップで位相回転された変調シンボルをI成分とQ成分に分離する第1のI Q分離ステップと、第1のI Q分離ステップで分離されたI成分及び又はQ成分をインターリーブする第1のインターリーブステップと、第1のインターリーブステップで得られたI成分とQ成分を合成する第1のI Q合成ステップと、第1のI Q合成ステップにより合成された変調シンボルの位相を所定角度回転させることにより当該変調シンボルの信号点を1ランク高い多値変調の信号点位置に配置する第2の位相回転ステップと、第2の位相回転ステップで位相回転された変調シンボルをI成分とQ成分に分離する第2のI Q分離ステップと、第2のI Q分離ステップで分離されたI成分及び又はQ成分をインターリーブする第2のインターリーブステップと、第2のインターリーブステップで得られたI成分とQ成分を合成する第2のI Q合成ステップと、第2のI Q合成ステップで得られたシンボルを送信する送信ステップとを含むようにする。

【発明の効果】

【0044】

このように本発明によれば、もともとの変調シンボルに対して複数回のモジュレーションダイバーシチ処理を施すようにしたことにより、ダイバーシチ効果の向上した無線送信装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

本発明の骨子は、モジュレーションダイバーシチ処理を行うにあたって、もともとのシンボルを2ランク以上高い多値数の信号点に配置するように位相回転処理を施すと共に、I成分及び又はQ成分に対して複数回のインターリーブ処理を施すことである。

【0046】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0047】

（実施の形態1）

図1に、本発明を適用したマルチキャリア送信装置の構成を示す。マルチキャリア送信装置100は、送信データを変調手段としてのマッピング部101に入力する。マッピング部101はQPSK変調を行うことにより、I Q平面上の4つの信号点のいずれかに送信データをマッピングする。

【0048】

マッピング後のシンボルは、位相回転部102において、 $26.6^\circ + 14.0^\circ = 40.6^\circ$ 位相が回転される。これにより、4つのQPSKシンボルは、図2に示すように、256QAMシンボル上に 40.6° だけ傾いて配置される。

【0049】

位相が回転されたシンボルは、I Q分離部103によってI成分とQ成分に分離される。ここでI Q分離部103は、通常のI Q軸から 14.0° 傾いたI Q軸を基準にしてI成分とQ成分を分離する。具体的には、図2に示す通常のI Q軸を 14.0° 傾け、そのI Q軸に対するI成分とQ成分を分離する（これを変形I Q分離と呼ぶ）。

【0050】

分離されたI成分、Q成分は、それぞれバッファ104、105に一旦蓄積される。バッファ105に蓄積されたQ成分は、インターリーブ部106によりインターリーブされた後、合成部107に送出される。

【0051】

図3に、合成部107による合成時のI成分とQ成分の様子を示す。図3における数字「1」～「4」は、4つのQPSKシンボルの番号を示す。I成分はインターリーブされないので変調シンボルのI成分は、そのままの順序で合成部107に入力される。これに対して、変調シンボルのQ成分は、インターリーブにより順序が並べ替えられて合成部107に入力される。

【0052】

合成部107は、バッファ104から出力されたI成分とインターリーブ106から出力されたQ成分を合成することによりコンスタレーションに戻す。これにより、合成部107から出力される合成後のシンボルは、図4に示すように、IQ軸から 26.6° 傾いた16QAMの信号点配置となる。合成により得られたシンボルは、IQ分離部108に送出される。

【0053】

IQ分離部108は、入力されたシンボルをI成分とQ成分に分離する。ここでIQ分離部108は、上述したIQ分離部103とは異なり、変形IQ分離ではなく通常のIQ分離を行う。分離されたI成分、Q成分は、それぞれバッファ109、110に一旦蓄積される。バッファ110に蓄積されたQ成分は、インターリーブ111により2回目のインターリーブ処理が施された後、合成部112に送出される。

【0054】

図5に、合成部112による合成時のI成分とQ成分の様子を示す。ここではインターリーブ111のインターリーブパターンとして、1番目に入力された信号を3番目に出力し、2番目に入力された信号を1番目に出力し、3番目に入力された信号を4番目に出力し、4番目に入力された信号を2番目に出力するパターンが設定されているものとする。因みに、上述した1つ目のインターリーブ106のインターリーブパターンは、図3からも分かるように、1番目に入力された信号を2番目に出力し、2番目に入力された信号を3番目に出力し、3番目に入力された信号を4番目に出力し、4番目に入力された信号を1番目に出力するパターンが設定されている。

【0055】

図5における数字「1」～「4」は、4つのQPSKシンボルの番号を示す。ここで、1回目のインターリーブ後の信号（すなわち合成部107による合成前の信号）を、 $S^1 = [(S_1 I^0, S_4 Q^0), (S_2 I^0, S_1 Q^0), (S_3 I^0, S_2 Q^0), (S_4 I^0, S_3 Q^0)]$ と表すと、2回目のインターリーブ後の信号（すなわち合成部112による合成前の信号）は、 $S^2 = [(S_1 I^1, S_2 Q^1), (S_2 I^1, S_4 Q^1), (S_3 I^1, S_1 Q^1), (S_4 I^1, S_3 Q^1)]$ と表すことができる。ここで例えば $S_1 I^1$ は、図5からも明らかなように、もともとのQPSKシンボル1と4の成分をもっている。同様に、 $S_2 Q^1$ はもともとのQPSKシンボル2と1の成分をもっている。

【0056】

但し、上記表現において、下付の添え字「1」～「4」はQPSKにより得られる4つのシンボルそれぞれを示し、上付きの添え字「0」は送信シンボルを示し、上付きの添え字「1」は1回目のインターリーブ処理が施された後の信号を示すものとする。例えばマッピング部101によるマッピング処理後のシンボル1は、I成分及びQ成分を用いて、 $S_1^0 = (S_1 I^0, S_1 Q^0)$ のように表現されるものとする。

【0057】

合成部112は、バッファ109から出力されたI成分とインターリーブ111から出力されたQ成分を合成することによりコンスタレーションに戻す。これにより、合成部112から出力される合成後のシンボルは、図6に示すように、256QAMの信号点配置となる。このように、2回のモジュレーションダイバーシチ処理が施されたモジュレーションダイバーシチシンボルが得られる。

【0058】

このモジュレーションダイバーシチシンボルはシリアルパラレル変換部 (S/P) 113 及び逆高速フーリエ変換部 (IFFT) 114 により所定のサブキャリアに重畳される。つまり、シリアルパラレル変換部 (S/P) 113 及び逆高速フーリエ変換部 (IFFT) 114 は、モジュレーションダイバーシチシンボルを互いに直交する複数のサブキャリアのいずれかに割り当てて、モジュレーションダイバーシチシンボルによって各サブキャリアを順次変調する。IFFT 処理後の信号は、無線送信部 115 によってアナログデジタル変換処理やアップコンバート等の無線送信処理が施された後、アンテナ 116 を介して送信される。

【0059】

次に、本実施の形態のマルチキャリア送信装置 100 の動作及び効果について説明する。マルチキャリア送信装置 100 においては、上述したように位相回転部 102 による $26.6^\circ + 14.0^\circ = 40.6^\circ$ の位相回転処理を行うと共に、合成部 107 による IQ 合成処理と IQ 分離部 108 による IQ 分離処理を挟んで、2 回のインターリーブ処理を行うようにしたことにより、QPSK シンボルの IQ 成分を 256 QAM の信号点上に分散して配置することができるようになる。この結果、QPSK シンボルについて、従来のモジュレーションダイバーシチが 2 シンボル分のダイバーシチゲインを得ることができるのに対して、最大で 4 シンボル分のダイバーシチゲインを得ることができるようになる。

【0060】

例えば図 5 に示すように、サブキャリア 1 には 3 番目の QPSK シンボルを除く 3 シンボル分の成分が配置され、サブキャリア 2、3 には 4 シンボル全ての成分が配置され、サブキャリア 4 には 1 番目の QPSK シンボルを除く 3 シンボル分の成分が配置されるようになる。図 16 に示したように各サブキャリアに 2 シンボル分の成分しか配置できない従来のモジュレーションダイバーシチ方式と比較すると、ダイバーシチ効果が格段に向上することが分かる。

【0061】

例えば、本実施の形態では、サブキャリア 2 の回線品質が良ければそれ以外のサブキャリアの回線品質が悪くても、サブキャリア 2 に 4 つのシンボル全ての成分が含まれているので、全てのシンボルの判定誤り特性をある一定以上に維持できる。これに対して、図 16 に示すような従来のモジュレーションダイバーシチでは、サブキャリア 2 の回線品質が良くてもそれ以外のサブキャリアの回線品質が悪いと、2 つのシンボル 1、2 の判定誤り特性はある一定以上に維持できるが、2 つのシンボル 3、4 の判定誤り特性を維持することはできなくなる。

【0062】

かくして本実施の形態によれば、位相回転部 102 による $26.6^\circ + 14.0^\circ = 40.6^\circ$ の位相回転処理を行うと共に、合成部 107 による IQ 合成処理と IQ 分離部 108 による IQ 分離処理を挟んで、2 回のインターリーブ処理を行うようにしたことにより、モジュレーションダイバーシチ効果の向上したマルチキャリア送信装置 100 を実現できる。

【0063】

(実施の形態 2)

図 1 との対応部分に同一符号を付して示す図 7 に、本実施の形態のマルチキャリア送信装置の構成を示す。マルチキャリア送信装置 200 は、位相回転部 201 及び IQ 分離部 202 の構成が異なることと、位相回転部 203 を有することを除いて、実施の形態 1 のマルチキャリア送信装置 100 と同様の構成でなる。

【0064】

位相回転部 201 は、マッピング後の QPSK シンボルに対して 26.6° の位相回転処理を施す。これにより、4 つの QPSK シンボルは、図 15 に示すように、16 QAM シンボル上に 26.6° だけ傾いて配置される。

【0065】

I Q分離部202は、実施の形態1のI Q分離部103が変形I Q分離を行ったのに対して、通常のI Q分離を行う。すなわち、マルチキャリア送信装置200においては、合成部107までの処理を従来のモジュレーションダイバーシチと同様の処理を行う。

【0066】

位相回転部203は、合成部107から出力されたシンボルの位相を、 14.0° 回転させる。これにより、図4に示すように、16QAMのシンボルが256QAMの信号点上に 14.0° だけ配置されるようになる。以下の処理は、実施の形態1と同様である。

【0067】

つまり、実施の形態1では位相回転部102によって $26.6^\circ + 14.0^\circ = 40.6^\circ$ の位相回転処理を行うことでQPSKシンボルを一気に256QAM上の信号点に傾けて配置し、I Q分離部103で変形I Q分離を行ったのに対して、この実施の形態では2つの位相回転部201、203を設けてQPSKシンボルを順次16QAM、256QAM上に所定角度だけ傾けて配置してインターリーブ処理を施すようになっている。

【0068】

かくして本実施の形態によれば、変調シンボルの位相を 26.6° 回転させる第1の位相回転部201と、第1のI Q分離部202と、第1のインターリーブ部106と、第1のI Q合成部107と、合成されて得られたシンボルを 14.0° 回転させる第2の位相回転部203と、第2のI Q分離部108と、第2のインターリーブ部111と、第2のI Q合成部112と、第2のI Q合成部112により得られたシンボルを送信する送信部とを設けたことにより、実施の形態1と同様にモジュレーションダイバーシチ効果の向上したマルチキャリア送信装置200を実現できる。

【0069】

(実施の形態3)

この実施の形態では、実施の形態1や実施の形態2で説明したマルチキャリア送信装置からの信号を受信復調するマルチキャリア受信装置について提案する。図8に、本実施の形態のマルチキャリア受信装置の構成を示す。

【0070】

マルチキャリア受信装置300は、アンテナ301で受信した無線信号に対して無線受信部302によってダウンコンバートやアナログディジタル変換処理等の無線受信処理を施した後、高速フーリエ変換部(FFT)303に送出する。FFT部303は各サブキャリアに重畳されたモジュレーションダイバーシチシンボルを抽出する。抽出されたモジュレーションダイバーシチシンボルは位相補償部304によって伝搬時に生じた位相変動が補償される。位相補償されたモジュレーションダイバーシチシンボルは、I Q分離部305に送出される。

【0071】

I Q分離部305は、各シンボルをI成分とQ成分に分離する。そしてI Q分離部305は、分離した成分のうちI成分をバッファ306を介してそのまま合成部309に送出すると共に、Q成分をバッファ307を介してデインターリーブ部308に送出する。デインターリーブ部308は、インターリーブ部111(図1、図7)と逆の処理を行うことにより、2回目のインターリーブでインターリーブされたQ成分を元の配列に戻し、これを合成部309に送出する。この結果、合成部309では、合成結果として16QAMのシンボルが形成される。合成部309の出力は位相回転部310に送出される。

【0072】

位相回転部310は、入力された16QAMシンボルに対して、 -14.0° 位相を回転させる。これにより、位相が 26.6° 回転された16QAMのシンボルが得られる。この16QAMシンボルは、LLR合成部330のLLR計算部312に送出される。

【0073】

LLR計算部312は、入力した16QAMシンボルの対数尤度比(すなわちLLR: Log Likelihood Ratio) 値を4ビット分求め、このLLR値を分離部311に送出する。LLR計算部312の処理について具体的に説明する。LLR計算部312に輸入される

16 QAMのシンボルは以下の例で説明される。ここでQPSKのデータ（マッピング部101のデータ）を、(0, 0)、(1, 0)、(0, 1)、(1, 1)とし、図3に示すようなインターリーブパターンを用いたとすると、モジュレーションダイバーシチ合成後の出力は、図9に示すようなコンスタレーションで表されるところの点となる。図3のインターリーブパターンを用いたとすると、1シンボル目は(0, 0, 1, 1)となり、2シンボル目は(1, 0, 0, 0)となり、3シンボル目は(0, 1, 1, 0)となり、4シンボル目は(1, 1, 0, 1)となる。

【0074】

LLR計算部312はLLRをビット毎に計算する。1シンボル目のLLR計算について考える。図10に、ビット毎のLLR計算の様子を示す。図10において、○は0又は1の候補点を示し、●は受信点を示す。図からも明らかなように、1ビット目と2ビット目はI軸方向に候補点を置いて受信点と候補点との間でLLR計算を行ってビットの値（1または0）を求める。3ビット目と4ビット目はQ軸方向に候補点を置いて受信点と候補点との間でLLR計算を行ってビットの値を求める。LLR計算は、周知のように、図11に示すように、雑音確率密度をP、原点から「0」の候補点までの距離をA、「1」の候補点までの距離を-A、受信点をxとし、雑音分散を σ^2 とすると、次式に示すようにして行う。

【数1】

$$LLR = \frac{e^{-(x+A)/2\sigma^2}}{e^{-(x-A)/2\sigma^2}} \quad \dots (1)$$

【0075】

ここで、1ビット目と3ビット目、2ビット目と4ビット目が対になっているので、分離部311で各ビットのLLR値を分離した後、3ビット目、4ビット目をそれぞれデインターリーブ部317、318でデインターリーブして、1ビット目とインターリーブ後の3ビット目を合成部319で合成すると共に、2ビット目とインターリーブ後の4ビット目を合成部320で合成する。これにより、QPSKシンボルが得られ、このQPSKシンボルがデマッピング部321によりデマッピングされて、受信データが得られる。

【0076】

次に、本実施の形態のマルチキャリア受信装置300の動作及び効果について説明する。マルチキャリア受信装置300は、まずIQ分離部305、デインターリーブ部308及び合成部309によって、従来のモジュレーションダイバーシチの復調と同様の復調処理を行うことにより、16 QAMのシンボルを形成する。

【0077】

ところで、この際、シンボル毎にフェージングの受け方が異なるため、コンスタレーションが正方形とならない。そのため、従来と同様の復調処理では2回目の復調処理を行うことができない。そこで、マルチキャリア受信装置300においては、LLR計算部312によってビット毎の尤度を算出し、分離部311によってビット毎の尤度を分離する。そしてLLR合成処理を行うことにより、もとの変調シンボル（この実施の形態の場合にはQPSKシンボル）のI成分、Q成分を得る。これにより、送信側で複数回のモジュレーションダイバーシチ処理を行って送信したシンボルから元の変調シンボルを復元することができるようになる。

【0078】

かくして本実施の形態によれば、LLR合成部330を設けるようにしたことにより、複数回のモジュレーションダイバーシチ処理が施された受信信号から元の変調シンボルを良好に復元して受信信号を復調することができるようになる。

【0079】

（他の実施の形態）

なお上述した実施の形態では、Q成分をインターリーブする場合について説明したが、I成分をインターリーブするようにしてもよく、さらにはI成分とQ成分の両方をインターリーブするようにしてもよい。

【0080】

また上述した実施の形態1では、マッピング部101でQPSK変調処理を行い、位相回転部102で $26.6^\circ + 14.0^\circ$ 位相を回転させ、IQ分離部103で 14.0° 傾いたIQ軸を基準にしてI成分とQ成分を分離することにより、QPSKシンボルから256QAMのモジュレーションダイバーシチシンボルを得るようにした場合について説明したが、本発明はこれに限らず、マッピング部101でBPSK変調処理を行い、位相回転部102で $45.0^\circ + 26.6^\circ$ 位相を回転させ、IQ分離部103で 26.6° 傾いたIQ軸を基準にしてI成分とQ成分を分離すれば、BPSKシンボルから16QAMのモジュレーションダイバーシチシンボルを得ることができるようになる。

【0081】

同様に上述した実施の形態2では、マッピング部101でQPSK変調処理を行い、位相回転部201で 26.6° 位相を回転させると共に、位相回転部203で 14.0° 位相を回転させることにより、QPSKシンボルから256QAMのモジュレーションダイバーシチシンボルを得るようにした場合について説明したが、本発明はこれに限らず、マッピング部101でBPSK変調処理を行い、位相回転部201で 26.6° 位相を回転させると共に、位相回転部203で 14.0° 位相を回転させれば、BPSKシンボルから16QAMのモジュレーションダイバーシチシンボルを得ることができるようになる。

【0082】

なお上述した実施の形態では、位相回転角として具体的な数値を挙げて説明したが、一般的に、BPSK、QPSK、16QAM、64QAMなどの多値数が偶数のものについては、モジュレーションダイバーシチ変調を行うための各変調方式における位相回転角は、次式で表わされる。

【0083】

$$\tan(\theta) = 1/n \quad (n \text{ は多値数}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

よって、本発明において、元の変調シンボルを2ランク以上高い多値数の信号点に配置するにあたっては、(2)式を考慮して位相回転処理を行うようにすればよい。因みに、上述した実施の形態で用いた、 26.6° は $\tan(\theta) = 1/2$ をみたす値であり、 14.0° は $\tan(\theta) = 1/4$ をみたす値であり、両方ともに(2)式に準ずる値である。

【0084】

さらに上述した実施の形態では、本発明を、マルチキャリア送信装置100、200に適用した場合について説明したが、本発明はマルチキャリア送信装置に限らず、モジュレーションダイバーシチ処理を行う場合に広く適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0085】

本発明は、例えばOFDM通信のようにさらなるモジュレーションダイバーシチ効果の向上が求められる無線通信方式に適用して好適である。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】 本発明の実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置の構成を示すブロック図

【図2】 位相回転後のQPSKシンボルの配置を示す図

【図3】 合成部107による合成時のI成分とQ成分の様子を示す図

【図4】 合成後のシンボル配置を示す図

【図5】 合成部112による合成時のI成分とQ成分の様子を示す図

【図6】 合成後のシンボル配置を示す図

【図7】 本発明の実施の形態2に係るマルチキャリア送信装置の構成を示すブロック図

図

【図 8】本発明の実施の形態 3 に係るマルチキャリア受信装置の構成を示すブロック

図

【図 9】16QAMのコンスタレーションを示す図

【図 10】ビット毎のLLR計算の説明に供する図

【図 11】LLR計算の説明に供する図

【図 12】モジュレーションダイバーシチの説明に供する図

【図 13】従来のモジュレーションダイバーシチ方式を適用したマルチキャリア送信装置の構成を示すブロック図

【図 14】従来のマルチキャリア受信装置の構成を示すブロック図

【図 15】位相回転後の変調シンボルの配置を示す図

【図 16】合成時のI成分とQ成分の様子を示す図

【図 17】もともとの1シンボルを合成によって得る場合のコンスタレーションを示す図

【符号の説明】

【0087】

100、200 マルチキャリア送信装置

101 マッピング部

102、201、203、310 位相回転部

103、108、202、305 IQ分離部

106、111 インターリーバ

107、112、309、319、320 合成部

300 マルチキャリア受信装置

308、317、318 デインターリーバ

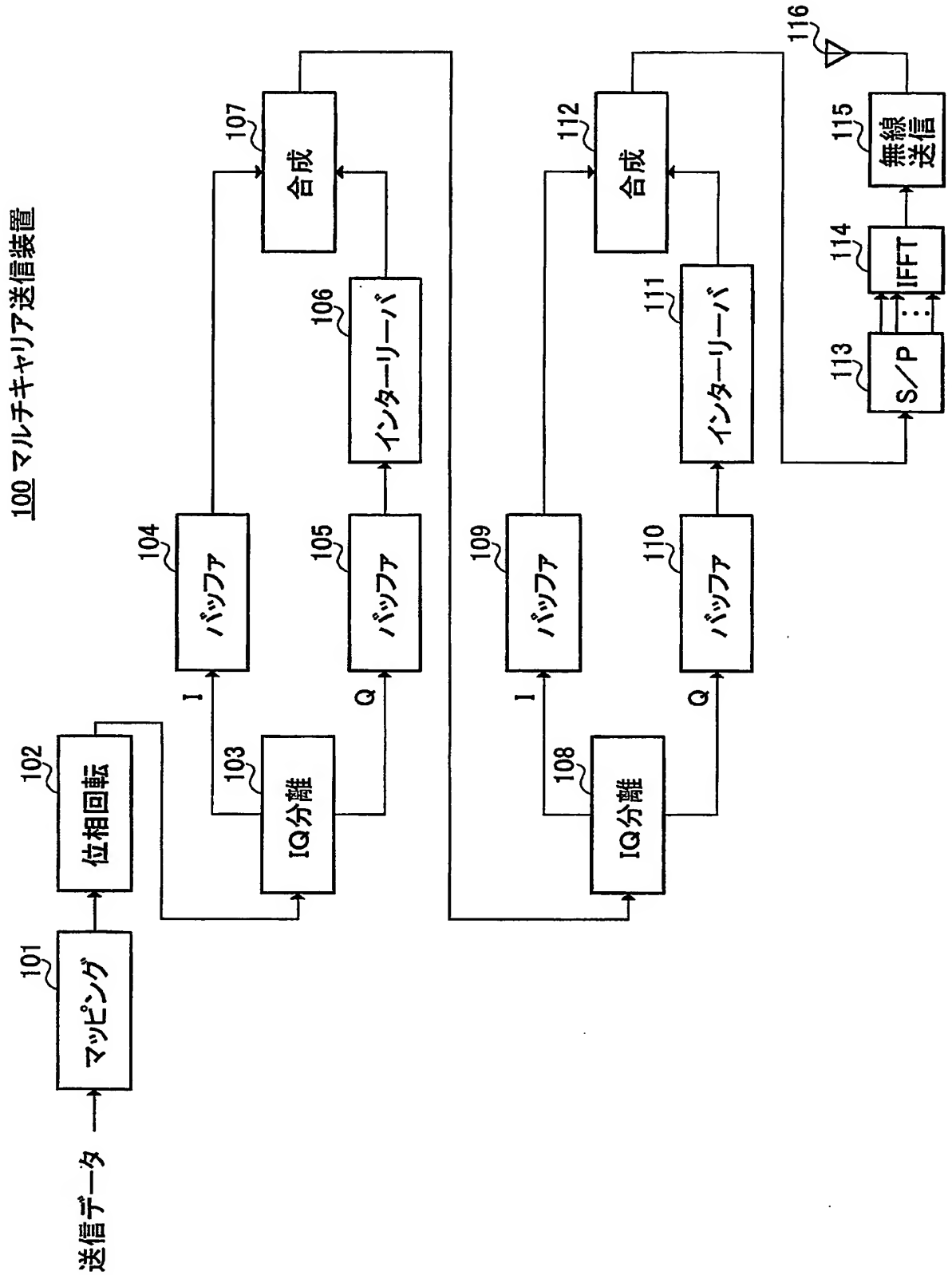
311 分離部

312 LLR計算部

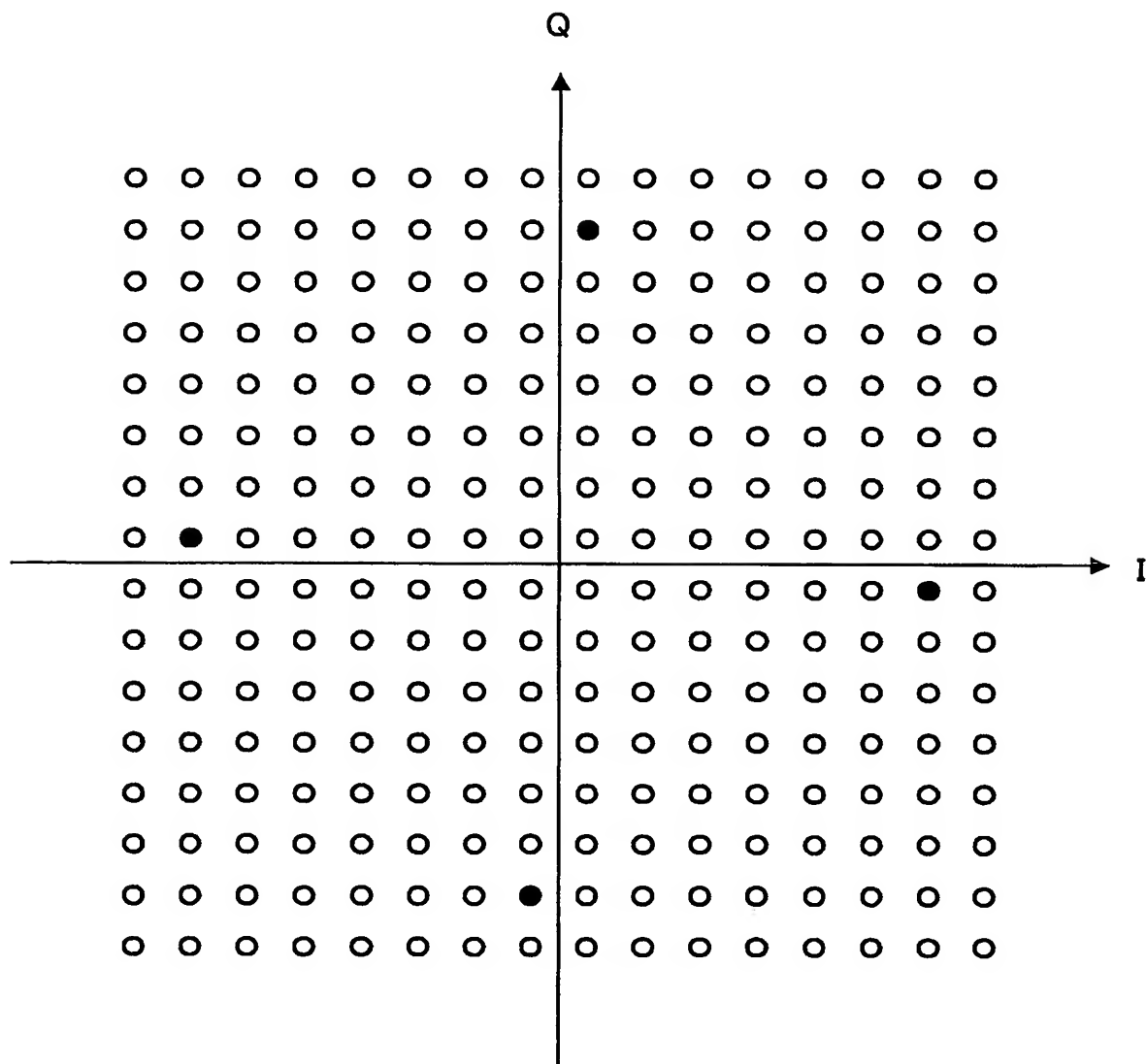
321 デマッピング部

330 LLR合成部

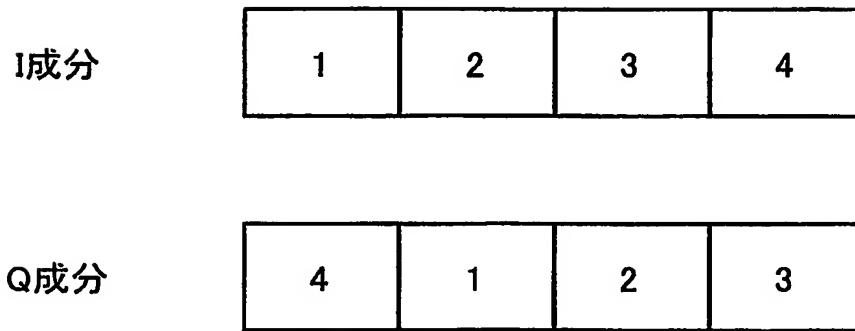
【書類名】 図面
【図 1】



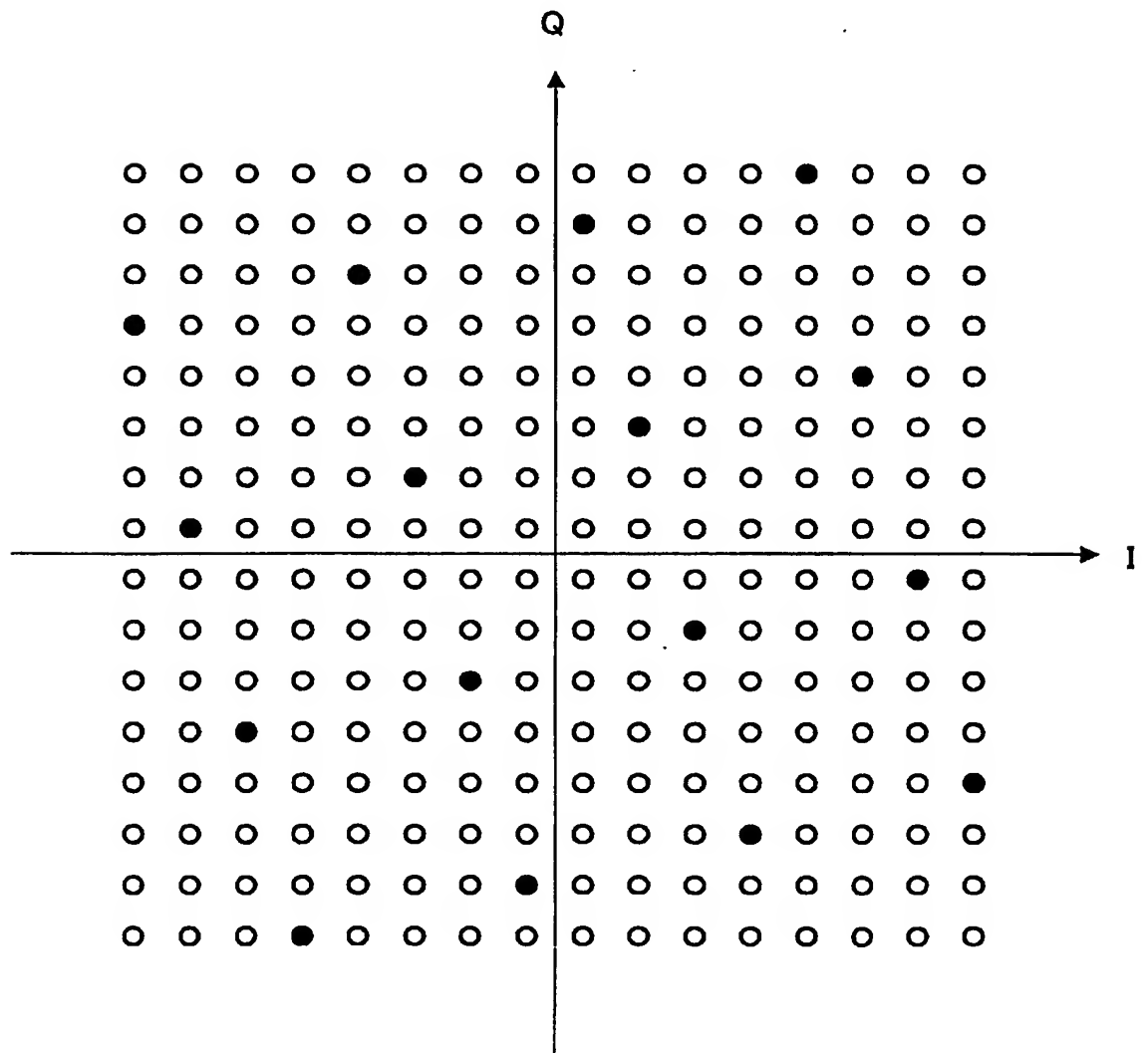
【図 2】



【図 3】



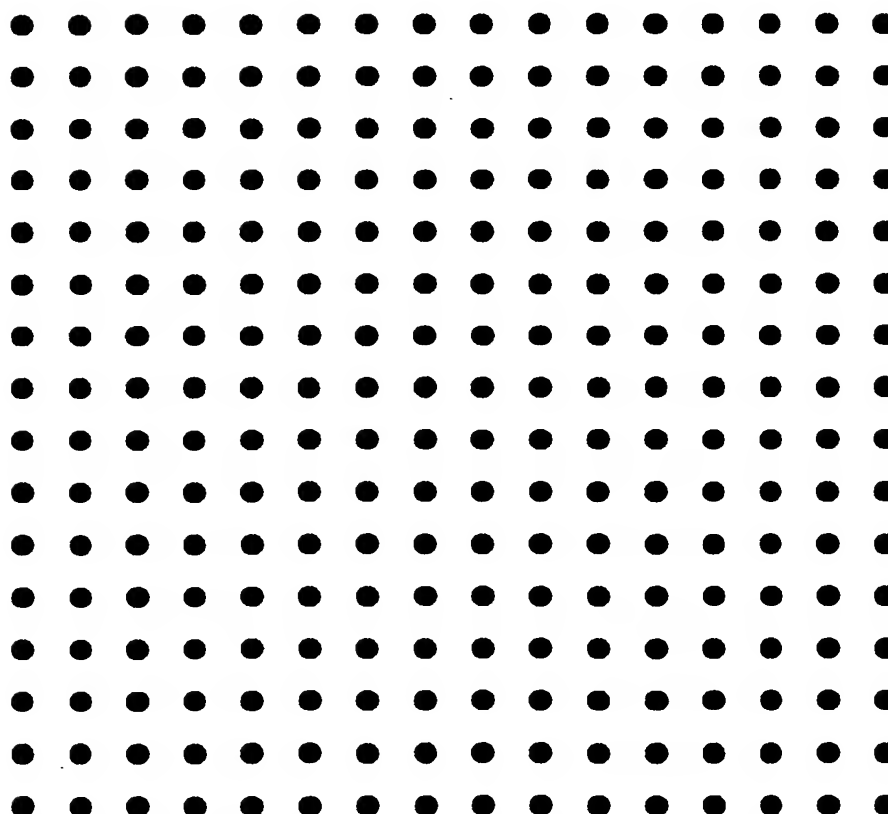
【図 4】



【図 5】

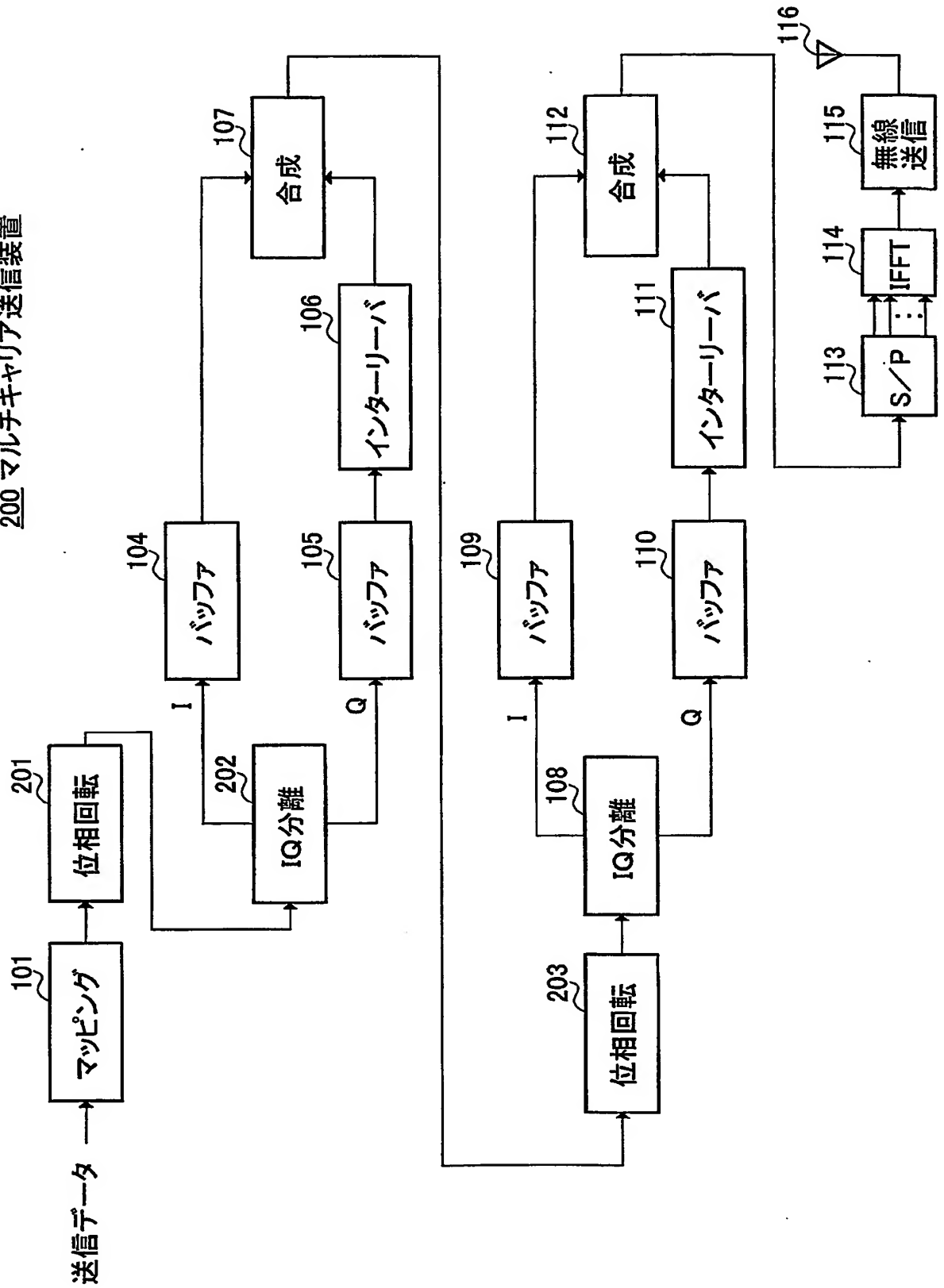
I成分	1,4	2,1	3,2	4,3
Q成分	2,1	4,3	1,4	3,2
	サブキャリア 1	サブキャリア 2	サブキャリア 3	サブキャリア 4

【図 6】



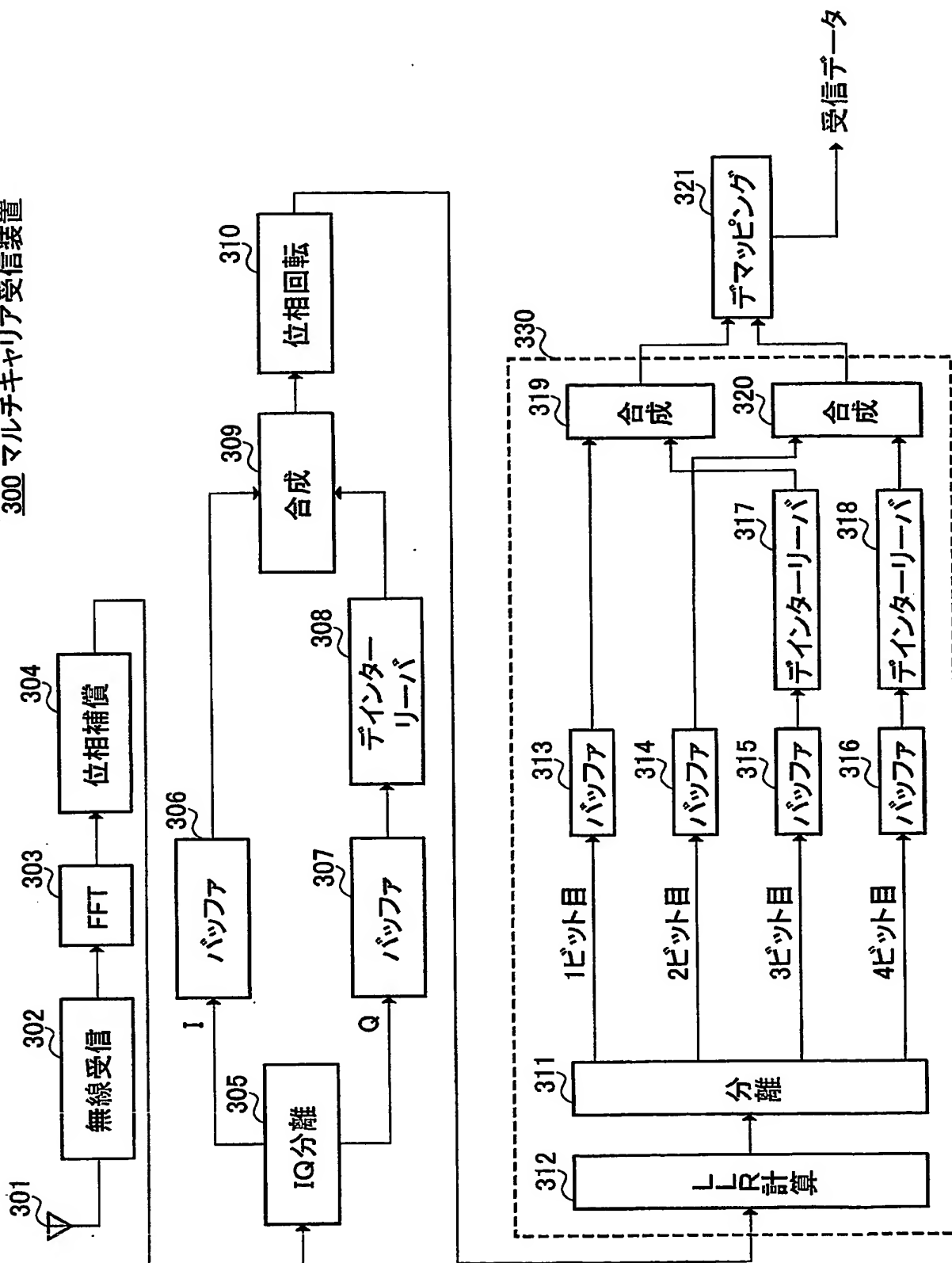
【図 7】

200 マルチキャリア送信装置



【図 8】

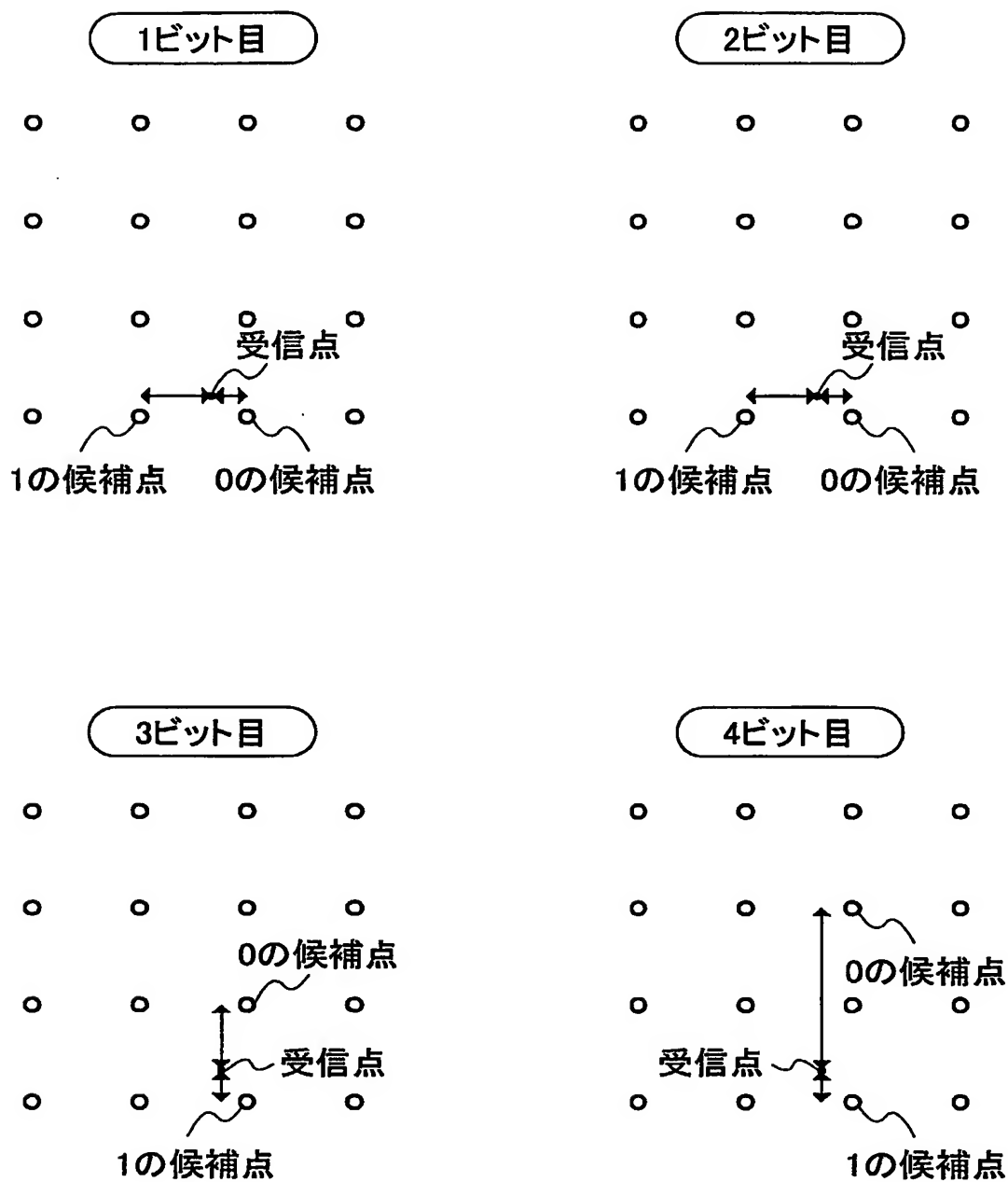
300 マルチキャリア受信装置



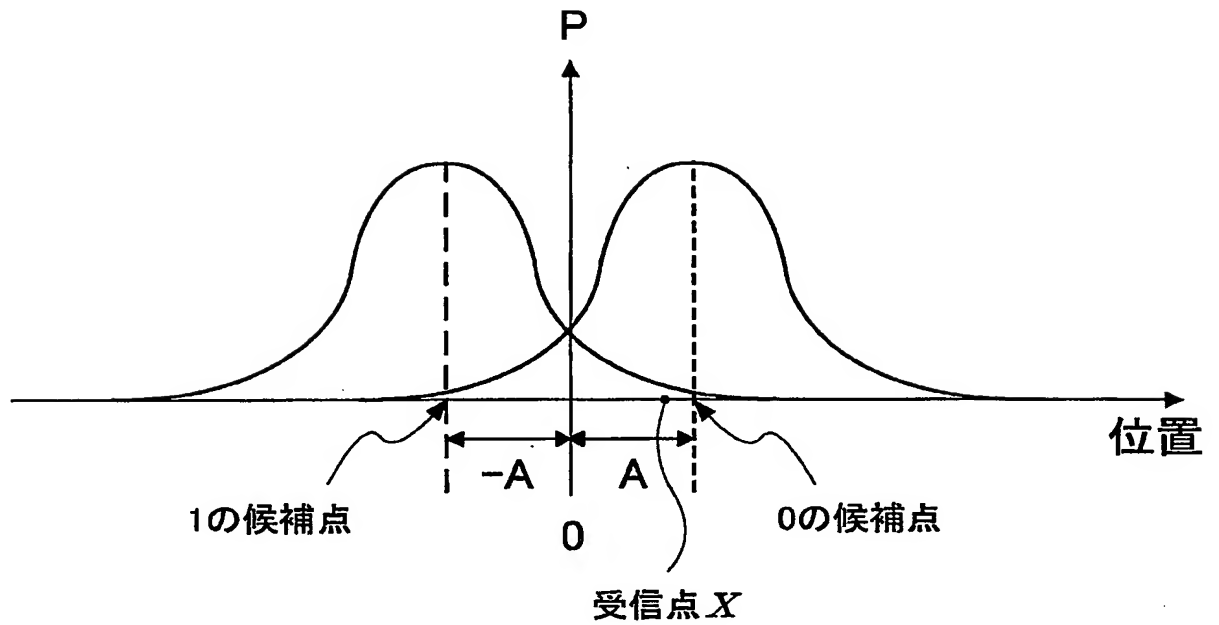
【図 9】

\circ (1,0,0,0)	\circ (1,1,0,0)	\circ (0,0,0,0)	\circ (0,1,0,0)
\circ (1,0,1,0)	\circ (1,1,1,0)	\circ (0,0,1,0)	\circ (0,1,1,0)
\circ (1,0,0,1)	\circ (1,1,0,1)	\circ (0,0,0,1)	\circ (0,1,0,1)
\circ (1,0,1,1)	\circ (1,1,1,1)	\circ (0,0,1,1)	\circ (0,1,1,1)

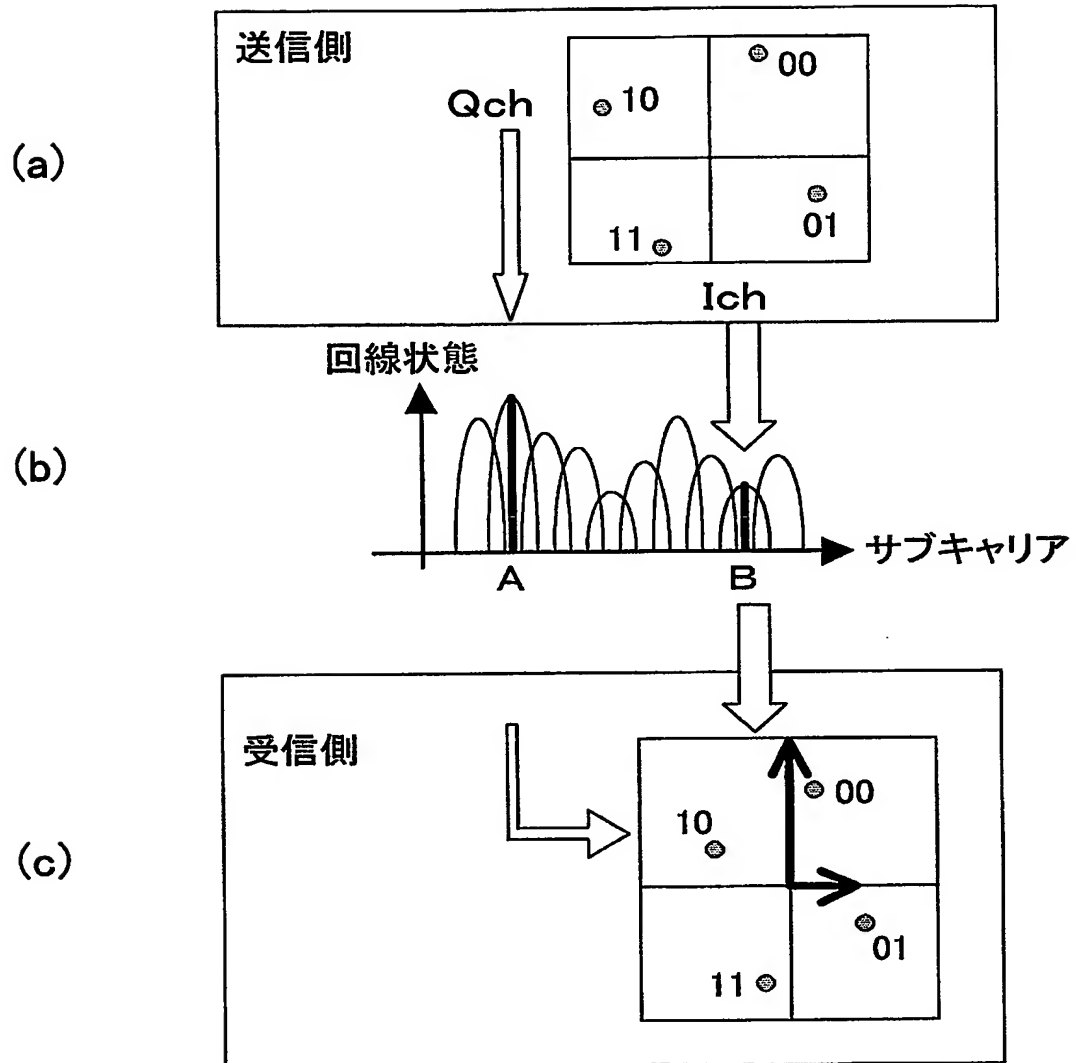
【図10】



【図 11】

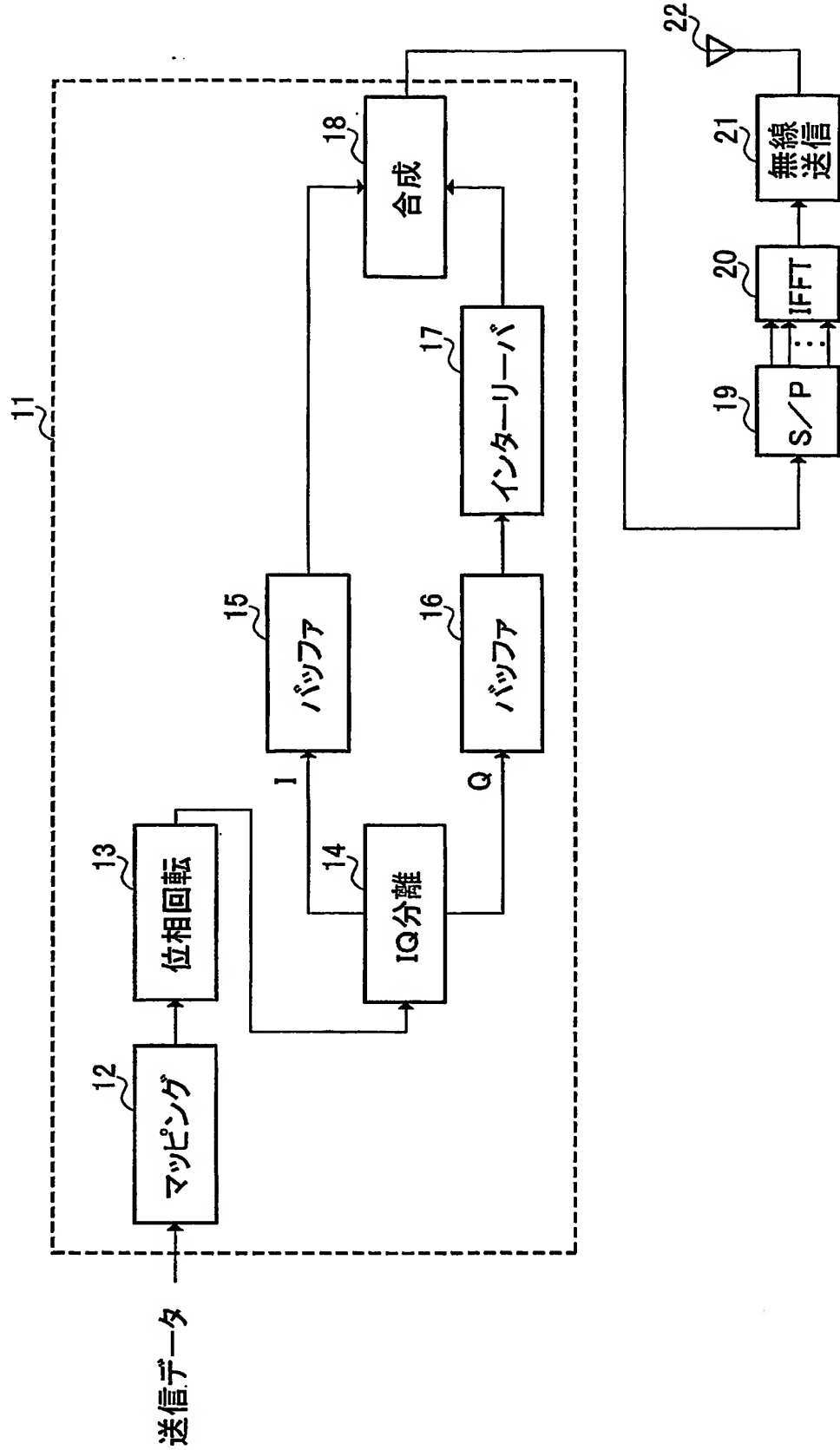


【図 12】



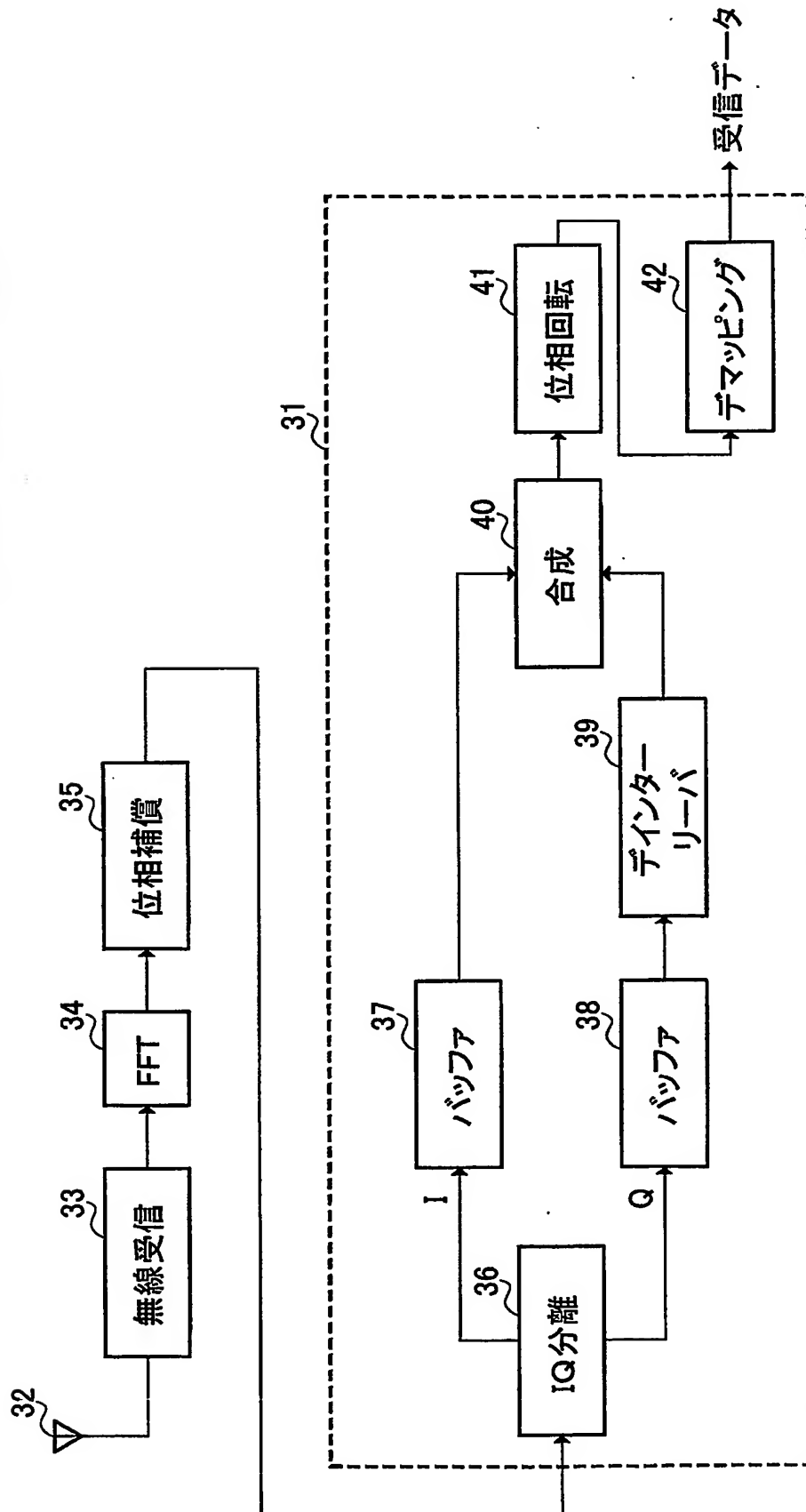
【図 13】

10 マルチキャリア送信装置

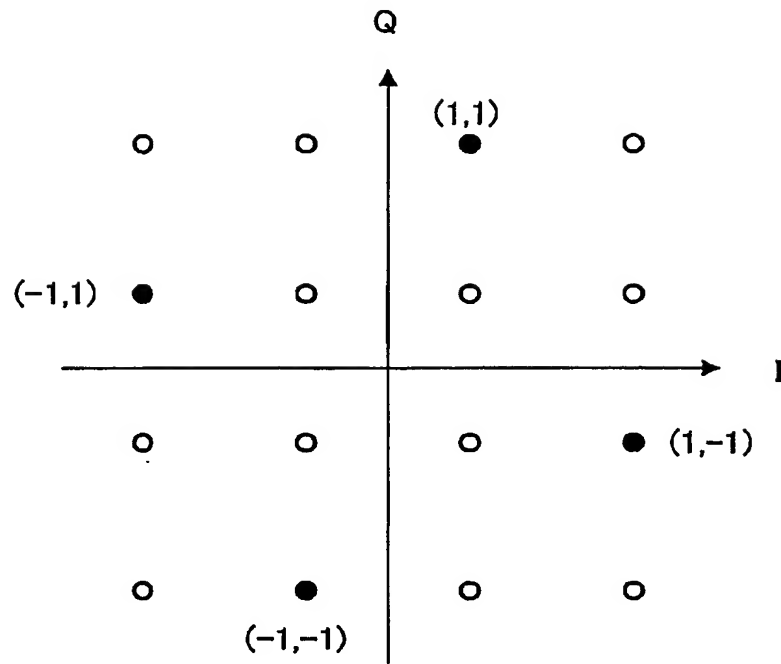


【図 14】

30 マルチキャリア受信装置



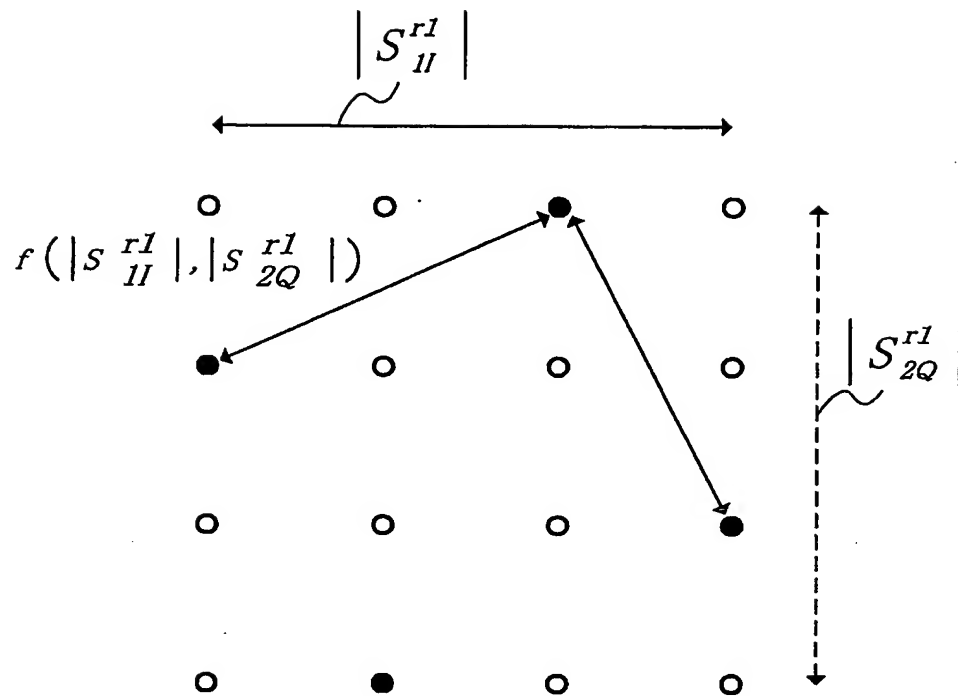
【図 15】



【図 16】

I成分	1	2	3	4
Q成分	4	1	2	3
	サブキャリア 1	サブキャリア 2	サブキャリア 3	サブキャリア 4

【図 17】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 モジュレーションダイバーシチ送信処理を行うにあたって、一段とダイバーシチ効果を高めること。

【解決手段】 位相回転部 102 によって $26.6^\circ + 14.0^\circ = 40.6^\circ$ の位相回転処理を行うと共に、合成部 107 による I Q 合成処理と I Q 分離部 108 による I Q 分離処理を挟んで、インターリーバ 106、111 によって 2 回のインターリーブ処理を行うようにしたことにより、マッピング部 101 によって得た元の変調シンボルを 2 ランク以上高い多値数のシンボルに（例えば QPSK シンボルから 256 QAM シンボルに）分散して配置できるようになるので、モジュレーションダイバーシチ効果の向上したマルチキャリア送信装置 100 を実現できる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 4 1 6 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社